

⑨日本国特許庁(JP)

⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A)

昭54-148214

⑤Int. Cl.²
H 02 K 21/46
H 02 K 21/08

識別記号 ⑤日本分類
55 A 44

庁内整理番号 ④公開 昭和54年(1979)11月20日

7733-5H
7733-5H

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭永久磁石式同期電動機

習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社日立製作所習志野工場内

⑯特 願 昭53-56147

⑰出 願 昭53(1978)5月13日

⑱発 明 者 山下誠二

日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
宮下邦夫

同

日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
下津忠夫

同

⑲発 明 者 田辺昭次

習志野市東習志野七丁目1番1号 株式会社日立製作所習志野工場内

⑳出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

㉑代 理 人 弁理士 武頭次郎

明 細 書

発明の名称 永久磁石式同期電動機

特許請求の範囲

1. 固定子と回転子とを備え、前記回転子は、回転軸と、この回転軸に固着された回転子鉄心と、この回転子鉄心の外周部分に設けられたかご形巻線と、前記回転子鉄心のかご形巻線より内側の部分に設けられかつ周方向にほぼ等しい間隔をあけて配置された複数個の永久磁石部材とからなる永久磁石式同期電動機において、前記永久磁石部材として周方向に延びる永久磁石部材を用い、その数を極対数と同じにするとともに、これらすべての永久磁石部材を径方向にかつ同一方向に着磁し、これら永久磁石部材の周方向の間にイメージ極を形成したことを特徴とする永久磁石式同期電動機。
2. 特許請求の範囲第1項において、前記永久磁石部材の周方向に占める角度は $2\pi/\text{極数}$ より大であることを特徴とする永久磁石式同期電動機。
3. 特許請求の範囲第1項において、前記永久磁石部材の両端部から前記かご形巻線の内側付近まで延び、前記回転子鉄心の外周部分をほぼ等間隔に仕切るスリットが設けられていることを特徴とする永久磁石式同期電動機。

4. 特許請求の範囲第1項において、前記永久磁石部材は希土類磁石からなることを特徴とする永久磁石式同期電動機。

発明の詳細な説明

本発明は永久磁石式同期電動機に係り、特に自己始動のためのかご形巻線を備えた永久磁石式同期電動機の回転子に関する。

紡糸工場の巻き取りシステムに使用するような同期電動機は、多数台が並列に増速運転される。したがって、電動機自体が自己始動可能であること、および負荷慣性と負荷を背負った状態で同期引入れができることが要求される。

従来よりこの種電動機は、誘導電動機として始動させ、同期引入れ後は永久磁石の磁力を利用して同期電動機として運転される。したがって、電動機は誘導電動機と同期電動機の両者の特性をそなえている。このため、この種電動機では、固定



子は特に通常の電動機と変わらないが、回転子は特殊な構造となっており、極数、磁石材質等により種々の構造が提案されている。

第1図および第2図はその一例を示すもので、永久磁石を磁極間に配置した4極の場合の構造である。

これらの図において、1は回転軸で、図示しない固定子の外枠に設けられた軸受により、その両端部が回転自在に支承されている。この回転軸1には積層回転子鉄心2が圧入固定されており、回転子鉄心2の外周部分には多数のかご形導体3が設けられ、このかご形導体3はその両端がエンドリング4A、4Bにより短絡されて、閉回路をなすかご形巻線が形成されている。

また、回転子鉄心2の内周側部分には、周方向に間隔をあけて4個の永久磁石5が設けられている。これら永久磁石5は、周方向に、かつ隣接する永久磁石の周方向に対向する側が同一極となるように着磁される。永久磁石5の径方向の両側の空間部には、かご形導体3と同一材質であるアル



ミニウム6が充填され、この部分で永久磁石5に交流磁界が作用するのを阻止している。



特開 昭54-148214(2)

ミニウム6が充填され、この部分で永久磁石5に交流磁界が作用するのを阻止している。

回転子鉄心2を構成する薄鉄板は、回転軸1、かご形導体3、永久磁石5、磁石側方のアルミニウム部分6などに相当する部分を取り除いた形状で打抜かれるため、回転子全体の遠心力に対する強度が充分でない。そのため、この遠心力に対する補強材として、磁極の中心部に補強ピン7が挿通され、この補強ピンの両端が端板8A、8Bにより支持されている。

この構造の回転子では、永久磁石5の材質としてアルニコ系、フェライト系のいずれでも採用可能である。また、永久磁石5の磁束は、回転子鉄心2の最内周部9および外周部10により極間で漏洩するが、この連絡短絡部9、10を設けることにより、回転子鉄心2を構成する薄鉄板は回転軸1、かご形導体3、永久磁石5などに相当する部分を取り除いても、なお連絡した1枚の板として打抜くことができ、薄鉄板の積層が容易になる。

ところで、この種永久磁石式同期電動機では、

それは結局、誘導電動機として使用できるコアバック、つまり永久磁石とかご形導体との間の鉄心部の厚みが少なくなることであり、始動電流の増大など電動機として好ましくない結果を招く。

本発明の目的は、上記した従来技術の欠点を除き、始動特性および同期運転特性が良好な永久磁石式同期電動機を提供するにある。

この目的を達成するため、本発明は、回転子に設ける永久磁石部材として周方向に延びる永久磁石部材を用い、その数を極対数($P/2$)と同じに、つまり従来の半分にするとともに、これら永久磁石部材を径方向にかつ同一方向に着磁し、これら各永久磁石部材の周方向の間にイメージ極を形成したことを特徴とする。

以下、本発明の一実施例を第3図について説明する。第3図では、6極の回転子構造を示しており、図中第1図および第2図と同一符号は同一物又は均等物を表わす。

回転軸1には積層回転子鉄心2が圧入固定され、回転子鉄心2の外周部分に多数のかご形導体3が

その同期引入れトルクは、誘導電動機の同期速度近くの速度におけるトルクの勾配と、同期電動機の脱出トルクの大きさで決定され、誘導電動機の速度-トルク曲線の勾配が急な程、また脱出トルクが大きい程引入れトルクは増大する。そして、このトルク勾配はかご形導体の大きさで決定される。したがって、回転子のかご形導体の大きさはできるだけ大きい方が好ましい。

しかし、従来の構造、例えば第1図の構造においては、もしかご形導体3を大きく、したがって、かご形導体3を挿入するスロット深さを深くすると、永久磁石5の径方向幅が狭くなるため、磁化方向に直角な断面積が小さくなって、充分な磁束量が得られない。



設けられていることは、前記従来例と同様である。

この回転子鉄心2の内周に近い部分には、円周を極数P（この場合は $P=6$ ）で等分した角度、 $2\pi/P=60$ 度より大きな角度を有する円弧状の永久磁石11が極対数（ $P/2=3$ ）と同じ数だけ設けられている。これら永久磁石11の着磁方向は径方向で、すべて同一方向である。すなわち、外周側がN極、内周側がS極に統一されている。

回転子鉄心2の極間には、極間スリット12が形成されている。これら極間スリット12は、各永久磁石11の両端部からかご形導体3の内側近くまで延び、かご形導体3近くの外方端では円周をほぼP等分する位置にあり、永久磁石11の配置された極では内方に行くに従って次第に広がるように形成されている。

ここで、永久磁石11の内周側鉄心部13の幅は永久磁石11の半分の磁束が通つても磁気飽和が生じない寸法に、隣接する永久磁石11間の鉄心部14の幅は永久磁石12の全磁束が通つても磁気飽和が生じない寸法にそれぞれ設定する必要

増大することともできる。

さらに、永久磁石の数は従来の半分の極対数と同じで済むため、永久磁石の回転子鉄心内への挿入取付工程を半減することともできる。

その他、極間スリット12の周方向の幅を変化することにより、誘導電動機としての特性と同期特性を調整することともできる。例えば、極間スリットの幅を小さくすると、誘導電動機の始動電流を低減でき、かつ極間の漏洩磁束を増大して、同期モータの特性である脱出トルクを下げることができる。

なお、本実施例のように、N極とS極の磁極形状が異なると、電動機として不都合が生じるのではないかという疑問を持たれるかも知れない。しかし、固定子の巻線は、一般にN極とS極に跨がつて巻かれているため、その誘起電圧は、N極とS極の磁束密度分布波形が異なつていても、総合的に両者の磁束密度分布による誘起電圧の和となり、実用上何らの問題も生じない。

次に、第3図に示した回転子の着磁方法を第4



特開昭54-148214(3)

がある。また、永久磁石11としては、例えばサマリウムコバルト8mC系のような希土類磁石で、その残留磁束密度Brが8kG、抗磁力Hcが7.95kOe、 $\angle H_c$ が25kOeの材質を使用している。

なお、図示しない固定子側より回転子の8極、つまりイメージ極に入つた磁束は、鉄心部15、14を透つて永久磁石11に達し、ここからN極に至り、再び固定子側に戻る。

以上のように構成された回転子では、永久磁石11の周方向の幅を $2\pi/P$ よりも大きくすることができるので、永久磁石11を内周側に配置しても、外周側に配置したと実質的に同様な、磁化方向に直角な断面積を得ることができる。しかも、永久磁石11をできるだけ内周側に配置することにより、誘導電動機として使用できるコアパックの厚さを充分大きくとることができるので、始動時の電流の低減を図り、また逆にかご形導体の太さを充分大きくとることができるので、誘導電動機のトルク勾配を大きくし、同期引入れトルクを

図について説明する。

第4図において、15は着磁用鉄心、15a、15bはその磁極部で、一方の磁極部15aはほぼ $2\pi/P$ （この場合は $\pi/3$ ）の角度を有し、他方の磁極部15bはほぼ $(2\pi/P) \times 3$ （この場合は π ）の角度を有している。16はこの着磁用鉄心15に巻回された着磁用コイルで、スイッチ17を介して直流電源18に接続されており、これらにより着磁装置が構成されている。

この着磁装置を用いて回転子を着磁するには、図示のように、着磁用鉄心15の一方の磁極部15aに、回転子の永久磁石11を有する磁極の1つを、また他方の磁極部15bに、永久磁石11を有する他の磁極から永久磁石11を有するさらに他の磁極にわたる部分をそれぞれ対向させ、スイッチ17を閉じて、着磁用コイル16を付勢する。このようにすると、一方の磁極部15aに対向する回転子の磁極側には充分大きな磁界がかかり、他方の磁極部15bに対向する回転子の磁極側には、これに比べて小さな磁界がかかることに



なるので、回転子を回転させて、永久磁石 11 を有する各磁極について、すなわち 6 極の場合には計 3 回、これを行なうことにより、すべての永久磁石 11 を着磁することができる。

この際、着磁磁界が大きい、つまり磁極部 15a に対向する側の永久磁石 11 は、たとえどのような極性に着磁されていても、着磁磁界の方向に着磁されるので、問題はないが、小さな着磁磁界、つまり磁極部 15b に対向する側の永久磁石 11 が、着磁磁界の方向に着磁されると不都合が生じるので、永久磁石 11 の材質としては、着磁磁界よりも大きい減磁耐力を持つものが好ましい。

磁極部 15a の着磁磁界がほぼ 20kO、磁極部 15b の着磁磁界がほぼ 10kO の着磁磁量を用いて着磁した場合、一度完全に着磁された永久磁石は、ほぼ 25kO の反磁界まで磁力を保持するので、磁極部 15b でのほぼ 10kO の反磁界を受けても、極性が反転することはない。したがって、このような性質を有する磁石材なら、どのようなものでも使用可能であるが、現有の磁石材

すなわち、4 極の場合には、円弧状永久磁石 11 が 2 個用いられ、各永久磁石 11 の周方向に占める角度は、 $2\pi/P = 90$ 度より大きくなっている。また、極間スリット 12 の外方端は、円周をほぼ 4 等分する位置にある。その他の構造は第 3 図の実施例と同様である。

以上説明したように、本発明によれば、回転子に設ける永久磁石部材として周方向に延びる永久磁石部材を用い、その数を極対数と同じに、つまり従来の半分にするとともに、これら永久磁石部材を径方向にかつ同一方向に着磁し、これら各永久磁石部材の周方向の間にイメージ極を形成したので、永久磁石部材を回転子鉄心の内周側部分に配置しても、その周方向の幅を大きくとり、磁化方向に直角な断面積を大きくすることができる。その結果、小形で高出力の同期特性が優れたこの種電動機を得ることができる。また、永久磁石部材を内周側部分に配置することにより、誘導電動機として使用できる径方向の鉄心幅を充分大きくとることができるので、始動電流を小さく、同期



特開 昭 54-148214 (4)

としては希土類磁石が最も適している。

第 3 図の実施例では、永久磁石部材として、1 つの円弧状の永久磁石を用いているが、第 5 図に示すように、製作し易い平板状の永久磁石 19 を用いることもできる。なお、平板状永久磁石 19 の数は、図示のような 2 個に限らず、これより多くても、少なくともよい。また、永久磁石部材の内周側の鉄心部分の厚さは、中央部 20 と両端部 21 では厚等しく形成されているが、通過磁束は中央部 20 よりも両端部 21 の方が多いので、両端部 21 の厚さを中央部 20 の厚さよりも若干大きくした方が磁気飽和の点で有利である。

また、第 3 図に示した回転子において、第 6 図に示すように、極間スリット 12 中にフェライト系磁石などのような適当な材質の永久磁石 22 を挿入することもでき、このようにした場合には、磁束量を一層増大することができる。

その他、前記各実施例では 6 極の回転子について述べたが、本発明は 6 極に限らず、例えば第 7 図に示すように、4 極の回転子にも適用できる。

引入れトルクを大きくすることもできる。

図面の簡単な説明

第 1 図は従来における永久磁石式同期電動機の回転子の一例を示す縦断面図、第 2 図は第 1 図の A-A 断面図、第 3 図は本発明の一実施例に係る永久磁石式同期電動機の回転子の縦断面図、第 4 図は第 3 図に示した回転子の着磁に使用する着磁装置の概略構成図、第 5 図ないし第 7 図は本発明の他の各実施例に係る永久磁石式同期電動機の回転子の縦断面図である。

1 …… 回転軸、2 …… 回転子鉄心、3 …… かご形導体、11, 19, 22 …… 永久磁石、12 …… 極間スリット

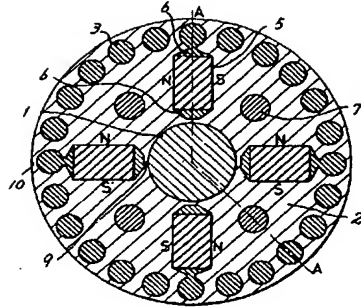
代理人 弁理士 武 綱 次



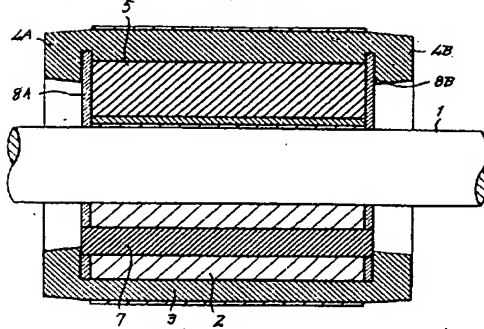
BEST AVAILABLE COPY

特開 昭54-148214 (5)

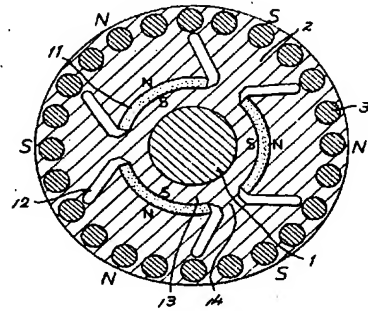
才 1 図



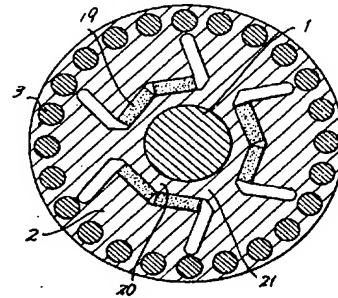
才 2 図



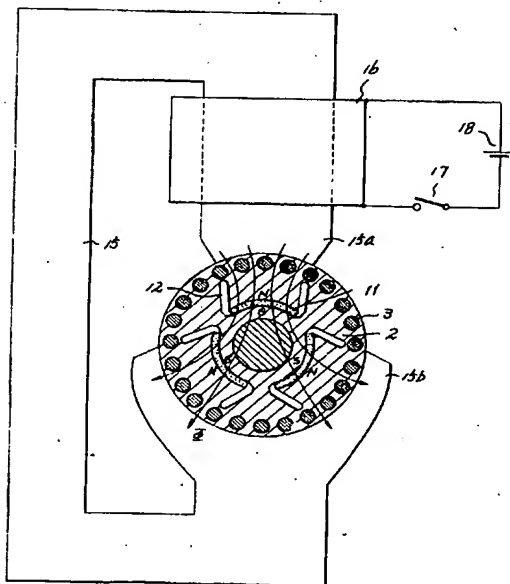
才 3 図



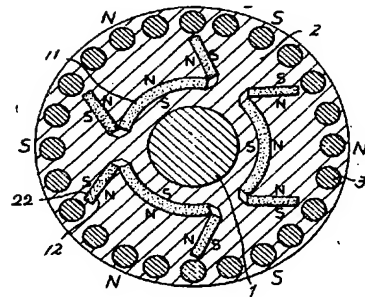
才 5 図



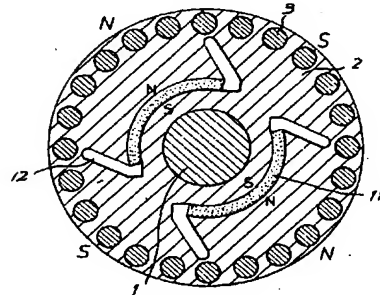
才 4 図



才 6 図



才 7 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)